第**卷第**期
****年**月

Vol. **, No. **
** ****

DOI:
张震 多功能电能表标准实用性评估［J］. ****，****，**，（**）：00-00

多功能电能表标准实用性评估

张震
华能济南黄台发电有限公司，山东 济南 250100

摘　要：多功能电能表的相关标准进行实用性评估，特别是针对国际电工委员会（IEC）标准以及国内相关标准的对比分析。通过对标准的深入剖析，本文试图揭示标准在实际应用中的优缺点，并探讨如何进一步完善标准，以更好地指导多功能电能表的设计、生产和应用。
关键词：多功能电能表；标准；实用性评估；
中图分类号：TM933.4　　**文献标识码**：　　**文章编号**：

Evaluation of the usefulness of multi-function meter standards

ZHANG Zhen
Huaneng Jinan Huangtai Power Generation Co.，Ltd.，Jinan，shandong 250100，China

Abstract: The relevant standards of multifunctional energy meters are evaluated for practicability, especially for the comparative analysis of the International Electrotechnical Commission (IEC) standards and relevant domestic standards. Through an in-depth analysis of the standard, this paper attempts to reveal the advantages and disadvantages of the standard in practical application, and discusses how to further improve the standard to better guide the design, production and application of multi-function energy meters.
Key words: Multi-function meter　standard　Practicality assessment

作者简介：张震　男 ，　(1977-)，　　从事电能计量技术研究　　721047546@qq.com

0 引言

多功能表标准，通常分为参考标准和企业标准两个层次：

参考标准，是指IEC标准、国标、电力和机械行标和国家计量检定规程，用以指导产业发展的广域技术法规。

企业标准，采用参考标准规定的技术要求和试验方法，作为产品设计基本文件，规划产品质量水准。

本文将叙述现行参考标准实用性和新型多功能表企业标准如何制订，以期推进国产电网关口电能表和新一代0.2S级—1级多功能表的设计开发。

1、 IEC 相关标准

目前，IEC还没有制订多功能表的专门标准，其相关标准，包括：IEC62052-11、IEC62053-21/22/23。

1）IEC62052-11：静止式电能表的通用要求，其内容包括：术语和定义，标准电量值，机械要求，气候条件，电气要求[含电磁兼容性（EMC）]。

IEC62053-21/22/23：1级和2级有功计量/0.2S级和0.5S级有功计量/2级和3级无功计量的静止式电能表的特殊要求，其内容包括：电气方面的特殊要求，准确度要求及试验方法。

2）多电能仪表，测量一种以上电能或其它功能元件，如最大需量指示器，电子式费率表寄存器，时间开关，脉动控制接收器，数据通信接口等也包封在表壳内，则对这些功能元件的标准也适用。

3）为保证在标称工作条件下仪表的固有功能，试验等级被定为最低值。对特殊的应用，其它试验等级可能是必需的，并在用户与制造商间协商确定。

4）电能计量准确度应用范围

a、有功计量：cosφ=0.25（L）—1—0.5（c）

b、无功计量：sinφ=0.25（L/C）—1

c、视在计量：（待查）

5）IEC62053-23：正弦波下的无功电能计量技术规范。

6）电能表试验装置引用标准：IEC60736：1982

7）电能表可靠性要求：由IEC62059系列标准涵盖

8）由IEC相关标准引发的思考

a、cosφ（sinφ）≠1 时，误差限放宽的程度

●IEC62053-21：2003，1级和2级静止式有功电能表

·cosφ=0.5（L）时，1级表误差限为1%

2 级表误差限为 2%

·cosφ=0.25（L）时，1级表误差限为3.5%

2 级表误差限不规定

●IEC62053-22：2003，0.2S级和0.5S级静止式有功电能表

·cosφ=0.5（L）时，0.2S级表误差限为0.3%

0.5S级表误差限为0.6%

·cosφ=0.25（L）时，0.2S级表误差限为0.5%

0.5S级表误差限为1%

●IEC62053-23：2003，2级和3级静止式无功电能表

·sinφ=0.5（L）时，2级表误差限为2%

3 级表误差限为 3%

·sinφ=0.25（L）时，2级表误差限为2.5%

3 级表误差限为 4%

●提出的问题：

一是，IEC相关标准在cosφ（sinφ）≠1时，误差限放宽程度不一，要严于国际上早期的通用要求，cosφ=1时的误差限/ cosφ。

二是，cosφ<0.25时，误差限由企业标准自定？

三是，cosφ=0时，误差定义和计算方法？

b、电压回路的功率消耗

●采用开关电源时，电压回路功率消耗的峰值允许超过平均值，但应确保仪表所连接的电压互感器有足够的负荷能力。

●对内含互感器的仪表，制造厂应注明负荷是感性还是容性。

●提出的问题：

一是，仪表用开关电源常用几种类型？采用的产品标准？

二是，如何捕捉开关电源功耗的峰值？

c、平均温度系数：应在整个工作范围内测量。

d、产生外部恒定电磁场的试验设备如何设计？
e、新规定参比条件的测试方法？

●外部连续磁感强度

●参比频率的外部磁感强度

●30kHz-2GHz 的高频电磁场

●150 kHz-80MHz 的射频场的传导骚扰

f、谐波影响量

●直流和偶次谐波试验

·试验线路设计准确性指标？

·半波谐波含量：傅立叶分析不完整

●奇次谐波试验

·标准表应测量含谐波的电能真值（基波+谐波）

·相位触发波形：前沿上升时间 0.2ms±0.1 ms

·相位触发波形：傅立叶分析不完整

●次谐波试验

·标准表应测量总的有功电能量（基波+谐波）

·次谐波含量：傅立叶分析不完整

●提出的问题：

一是，IEC相关标准提供的谐波影响试验线路，谐波范围由直流到21次谐波，又说明傅立叶分析不完整。国际上通用63次谐波分析，可以？采用何种谐波分析技术？

二是，标准表要在奇次谐波和次谐波条件下进行计量溯源？

g、电压范围，包括：

●规定的工作范围

●扩展的工作范围

●极限工作范围

●接地故障时的最大电压

在测定以上电压范围性能时，标准表需进行计量溯源。

h、电/光测试输出；

●电测试输出的参考标准IEC62053-31，其输出波形符合性要进行测试。

●光测试输出

·上升时间采用Tr=0.2μs标准接收二极管来验证

·光的幅射强度 Er 的信号测试？

i、对电磁兼容性（EMC）试验中的要求

●静电放电、辐射电磁场、浪涌抗扰度试验：在试验中，功能和性能有暂短的降低或失去是容许的。

●快速脉冲群试验：在试验中，功能和性能由暂短的降低或失去是容许的。然而仪表准确度应在相应标准规定的极限内。

准确度可以用计数的方法或其它合适方法进行测定。

●射频场感应的传导骚扰、衰减振荡波抗扰度试验：在试验中，应不使设备的状况紊乱且误差的改变应在相应标准规定的极限内。

j、静止式无功表的电流线路功耗指标：2 级和 3 级无功表均为 5VA？

k、当测试一台三相无功电能表时，如果所采用测试方法和被测表不同程度地受电压和电流不平衡影响，则可能增加误差。在此情况下，参比电压必经调整得非常对称。

●提出的问题：

一是，静止式无功表常用几种计量原理？

二是，正弦式无功表对电压不平衡的影响？

2、国标：《多功能电能表 特殊要求》GB/T17215.301-200X

1）多功能电能表国标是一个产品规范，体现产品订货技术规范的大部分要求，其标准电量值、机械要求、气候条件、电气要求、电磁兼容性（EMC）及其试验方法，直接引用IEC62052-11的规定；有关电能计量单元的部分，应符合相应电能表的国家标准（注：GB/T17882、GB/T17883、GB/T17215）；多功能表国标仅规定电能表的特殊要求。

2）多功能表国标：界定了电能计量技术要求，基本功能要求，附加功能，显示要求，编程要求及安全与软件要求等。

3）提出视在电能计量准确度为2级。

4）仪表需量测量的准确度，应符合相应有功电能计量准确度等级指数的要求。

5）明列事件记录、扩展功能。

6）规范需量周期的算法；电压范围的试验方法。

7）采用IEC62056-61仪表标识标准。

8）提出1%Ib（In）、cosφ=1时确定仪表常数的方法

9）提出软件功能：

●采用双备份数据据区加校验技术

●可封缄按钮和内置开关

●访问权限分级管理

10 ）按照 JB/T50070 规定进行可靠性验证试验。

3、国家计量检定规程:《电子式电能表》JJG596-1999

法制计量检定的作用，是保证计量器具计量准确、量值一致。

1）JJG596-1999提供计量检定基本内容，包括：被测表技术要求、基本检定条件，对检定装置要求，检定方法，检定接线图，数据化整方法和检定结果处理。

2）JJG596-1999用于交流有功电能表（包括：标准电能表和安装式电能表）的检定。

3）测试电流以Ib表示，不区分直接接入式电能表，还是经互感器接入式电能表。

4）提出确定基本误差试验方法、校验计度器示值的方法、检定装置的允许误差和允许的标准偏差估计值S（%）。

5）电子式电能表的测量重复性，以标准偏差估计值S（%）表征，提出相应的计算公式。

6）潜动试验方法：电压回路加参比电压，电流回路中无电流时，电能表在启动电流下产生1个脉冲的10倍时间内，测量输出应不多于1个脉冲。

7）提出确定需量误差（%）的方法；需量误差（%）应不大于电能表规定的准确度等级；需量周期误差应不超过需量周期的1%。

4、电力行业标准：《多功能电能表》DL/T614-2007

1 ）DL/T614-2007 规定多功能电能表的订货、验收、使用时的技术要素，规范了功能的设置。

2）提出1级多功能表的低负荷计量考核到0.01Ib（cosφ=1）

3 ）直接接入式的电能表宜选取用过载 10 倍及以上的电能表

4）引用IEEE1459-2000《在正弦、非正弦及平衡、不平衡条件下电功率测量的定义》

5 ）降低仪表功耗指标

6 ）提出验收时的误差限要求和误差一致性考核。

7 ）对有争议的常用术语，包括：失压、临界电压、断相、失流等重新进行定义。

8 ）改进 DL/T614-1997 规定的需量准确度计算法。

9 ）提出仪表常数计算公式；仪表结构要求；

10 ）明确采用《多功能电能表通信协议》DL/T645-2007，进行协议符合性测试，进行数据传输线抗干扰试验。

11 ）按照 DL/T830-2002 规定进行可靠性试验验证。

评论：

1、IEC相关标准定位用于静止式电能表的型式试验，其重点是正弦波、稳定负荷下的电能计量准确度和测试方法，对其它功能的要求，要参考相关标准的规定。

IEC相关标准对国产多功能表的起步、发展起到重要作用。随着综合计量技术的发展，IEC相关标准不断推出新版，但是，还是明显的滞后于进口0.2S级电网关口电能表的计量性能。本文提出的IEC相关标准引发的思考，包函三层意思：

一是，IEC相关标准新版提出一些新的要求和试验方法，国产表要进行跟踪吸纳、充实，提高产品质量。

二是，IEC相关标准原有的要求和试验方法不明确，有待提供完善化技术。

三是，IEC相关标准与现有产品设计技术有差距，需要补充和扩展新的技术要求和试验方法。

目前，根据国产新型多功能表产品开发的情况，期望IEC推出下列计量新标准：

1）0.1S级有功电能计量

2）0.2S级/0.5S级无功电能计量

3）0.3S级/1级视在电能计量

4）谐波影响量的影响试验方法，要提供分析不确定度计算

5）谐波功率定义和谐波分析计算方法。

2、GB/T17215.301-200X是国内第一部多功能表特殊要求的国家标准，在参照国际上先进国家标准基础上，提出多功能表的特殊技术规范。但是，对IEC相关标准存在的应用问题，缺少补充新的技术要求；对需量准确度有不同的看法；对视在电能计量准确度，事件记录，扩展功能需要后续提供正确性考核方法。

3、JJG596-1999定位用于静止式有功电能表的

法制计量检定，主要内容是正弦波、稳定负荷下的电能计量、计时、需量测量准确度和稳定性测试。随着国际、国内电能表产业的发展，无功电能表、视在电能表、平均功率因数计算，谐波电能表的法制计量校准方法，需要列入议事日程。

4、与DL/T614-1997不同，DL/T614-2007定位在电力行业的电能表应用技术规范，改进需量准确度计算方法，提出考核仪表误差一致性、DL/T645-2007协议符合性测试，在国内首次引用IEEE1459-2000标准。作为电力行业标准，需要贴近现代电网的发展，推进电能计量新技术，包括：谐波电能计量、电能质量监测、 多通信方式的应用与测试。

5、综合以上内容，国产新型多功能表企业标准如何制定？

1）暂时不能期望国际上推出一部包函现代多功能电能表计量、功能要求和试验方法的统一标准。

2）新型多功能表作为一种高品质产品，需要制订先进、合理、完整的企业标准：

a、采纳现行参考标准，包括：新提出要求和试验方法；制订缺门的技术要求和试验方法。

b、采用部件相关标准。

c、参考国际、国内同类产品性能、技术。

d、电网需求的计量应用技术。

e、软件、可靠性设计

f、计量溯源技术

3）新型多功能表企业标准制订时需要考虑的计量要求和参考文件。

a、综合要求，包括：标准电量值，机械要求，电气要求，气候条件，基本功能要求，附加功能，显示要求，编程要求，安全与软件要求：GB/T17215.211-2006

GB/T17215.301-200X

机械试验参照标准（略）

气候条件试验参照标准（略）

电气试验参照标准（略）

b、电能计量准确度

●0.2S 级—1 级有功电能计量：IEC62053-21/22

DL/T614—2007

●2 级—3 级无功电能计量：IEC62053-23

●0.1S 级电网关口电能表：参考照 Q1000 企业标准

●cosφ(sinφ)=0—0.25时的有功（无功）计量：自定

●视在电能计量：（待查）

c、电能计量芯片：电表企业专用计量芯片/通用芯片组合和专用算法/通用三相SOC计量芯片。

d、多费率计量：GB/T15284—2002

e、最大需量计量：GB/T17215.301—200X

DL/T614-2007

f、预付费计量：GB/T18460.3—2001

g、时间开关：GB/T9092—1998

IEC61038—1998

h、失压计时器：DL/T566—95

i、谐波功率定义：IEEE1459—2000

j、电能质量监测设备通用要求：GB/T19862—2005

k、电能质量监测仪检定：DL/TXXX——XXXX

l、谐波、间谐波测量要求：GB/T17626.7—1998

m、信息技术设备电压容限曲线[ITIC（CBEMA）曲线]：IEEE446—1980

n、脉冲输出装置：IEC62053—31：1998

o、仪表功耗：IEC62053—61：1998

p、LCD 测试：（待查）

q、RS485 测试：（待查）

r、红外调制光通信：DL/T645—2007

s、数据交换协议：

●DL/T645—2007、由电网计量权威机构编辑的专用测试软件

●IEC62056、CTT2.0DLMS/COSEM符合性测试工具CTT。

t、电磁兼容性（EMC）：

GB/T17626.2—1998

GB/T17626.3—2002

GB/T17626.4—1998

GB/T17626.5—1998

GB/T17626.6—1998

GB/T17626.10—1998

GB/T17626.11—1999

GB/T17626.12—1998

GB9254—1998

u、可靠性：

IEC62059—11：2002

IEC62059—21：2002

DL/T830—2002

JB/T6214—92

JB/T50070

v、仪表验收：GB/T17215.301—200X

DL/T614—2007

多功能表定型鉴定大纳

w、多功能表性能评估（品质）试验方法（后续）

结论

通过对多功能电能表相关标准的实用性评估，本文揭示了标准在实际应用中的优缺点，并提出了相应的改进建议。未来，随着电力系统的不断发展和智能电网建设的深入推进，多功能电能表的应用场景将更加复杂多样。因此，需要不断完善和优化相关标准，以更好地适应实际应用需求，推动多功能电能表技术的创新和发展。同时，我们也应加强与国际电工领域的交流与合作，借鉴国际先进经验和技术成果，推动国内多功能电能表标准的国际化进程。通过共同努力，我们相信可以推动多功能电能表技术的不断进步，为电力系统的安全稳定运行和智能电网建设提供有力支持。

参考文献

[1] 张震 多功能电能表标准实用性评估